

ЭПТ 2015



ACED 2015

УДК 621.313

7.4. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (+40⁰С - +50⁰С)

ENERGY SAVING DEVICE FOR CONTROLLING AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVES OF INDUSTRIAL INSTALLATIONS OPERATING AT HIGH AMBIENT TEMPERATURES (+40⁰С - +50⁰С)

Хашимов Арипджан Адилович, д-р. техн. наук, профессор каф. «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» Ташкентского Государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни, Узбекистан, 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, E-mail: prof_A_Khashimov@mail.ru, Тел.: +998931720216

Таиров Ёкуб Анвар углы, студент Ташкентского Туринского университета, Узбекистан, 100095, г. Ташкент, ул. Кичик халка йули, 17, Тел.: +998909554244

Aripdjan A. Khashimov, Doctor Sc., Tashkent State technical university named after Abu Raykhon Beruni, 100095, Universitetskaya street, 2, Tashkent, Uzbekistan. E-mail: prof_A_Khashimov@mail.ru. Ph.: +998931720216

Yokub A. Tairov, student of Tashkent Turin university, 100095, Kichik khalka yuli street, 17, Tashkent, Uzbekistan. Ph.: +998909554244

Аннотация: В данной статье рассматривается опыт внедрения энергосберегающих асинхронных электроприводов на промышленных установках металлургического производства. Показана возможность повышения энергетической эффективности и надежности машин и оборудования за счет внедрения энергосберегающих электроприводов и контроллеров. Приведена функциональная схема энергосберегающего автоматизированного электропривода.

Abstract: The experience of implementing energy-saving induction motor drives for industrial installations of metallurgical production is discussed in this article. The possibility of improving energy efficiency and reliability of machines and equipment through the introduction of energy efficient drives and controllers is shown. Functional block diagram power-saving automated electric drive is given.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, электропривод, контроллер.

Keywords: energy efficiency, electric drive, controller.

В настоящее время около 70% выработанной электрической энергии в республике Узбекистан потребляются электрическими приводами различных технологических машин и механизмов промышленного, сельскохозяйственного и бытового назначения. Подавляющее большинство производственных установок промышленного и сельскохозяйственного назначения работают от асинхронных электродвигателей 0,4; 6 и 10 кВ, например по Республике Узбекистан ежегодно около 8-10 млрд.кВт электрической энергии потребляется насосными агрегатами на базе асинхронных электроприводов, функционирующими в различных регионах страны.

В силу недозагруженности общепромышленных механизмов (насосные агрегаты, компрессорные установки, вентиляторы, дымососы и др.) в подавляющем большинстве случаев, средняя их нагрузка составляет 30-60% от номинальной величины, вследствие чего происходит необоснованное потребление энергии от сети активной и реактивной мощности. При этом существенно снижаются технико-экономические и энергетические показатели общепромышленных механизмов, и заметно увеличивается удельный расход электрической энергии на единицу выпускаемой продукции.

Физической основой решения поставленной задачи является обеспечение работы

асинхронного электродвигателя при условии минимума тока, то есть:

$$di/d\varphi = 0, \quad (1)$$

где $i = I/I_n$ - относительный ток в статорной обмотке;

I и I_n - действующее и номинальное значения тока;

$\varphi = \Phi/\Phi_n$ - относительный поток в воздушном зазоре двигателя;

Φ и Φ_n - действующее и номинальное значения магнитного потока.

Реальный диапазон загрузки двигателя лежит в пределах $0,3P_n$ (где P_n - номинальная мощность двигателя). Из кривой намагничивания известно, что в этих пределах участка характеристики намагничивания аппроксимируется линейная зависимость, то есть

$$\Phi = f(u) \cong kU, \quad (2)$$

Тогда без ущерба в уравнении (1) поток заменяется напряжением

$$di/du = 0, \quad (3)$$

где $u = U/U_n$ - относительное напряжение двигателя.

Осуществление разработки, создание и внедрение на производство энергосберегающих технологий, в соответствии с требованиями заказчика, включает разработку технического задания и нормативной документации, изготовление и испытание образцов энергосберегающих технологий, подготовку и освоение производства.

Реализация предлагаемой энергосберегающей системы позволит улучшить энергетические показатели технологических машин в целом. За счет минимизации потребляемой мощности электропривода достигаются максимальные значения КПД и коэффициента мощности оборудования при различных режимах работы и нагрузках механизмов (рис. 1 и 2).

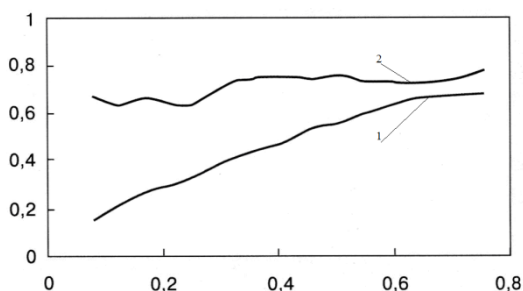


Рис.1. Изменение коэффициента мощности в функции нагрузки: 1— $\cos\varphi$; 2— $\cos\varphi_{\text{опт}}$

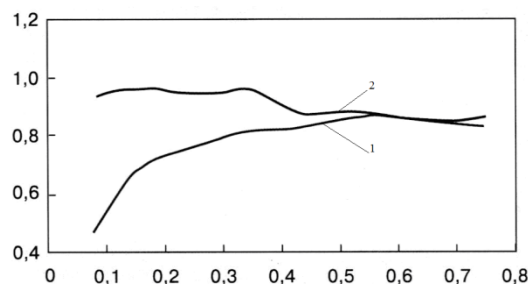


Рис. 2. Изменение КПД в функции нагрузки: 1 - η ; 2 - $\eta_{\text{опт}}$

Разработанные и созданные энергосберегающие электроприводы после проведения испытаний были внедрены на объектах металлургических комбинатов. Экономия электроэнергии составила 30–40%.

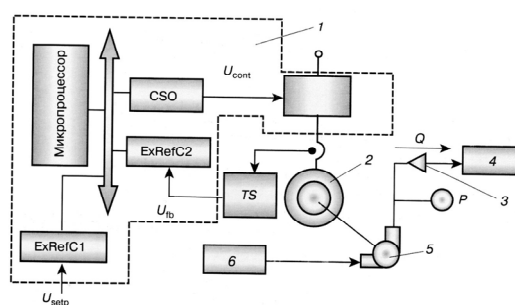


Рис.3. Функциональная схема энергосберегающего автоматизированного электропривода на базе насосного агрегата: 1 - энергосберегающий контроллер с микропроцессорным управлением; 2 - асинхронный двигатель; 3 - гидроклапан; 4 - потребитель воды; 5 - центробежный насос; 6 - источник воды; Q - расход; P - давление; TS - датчик момента; U_{setp} - сигнал задания; U_{contr} - управляющий сигнал; U_{fb} - сигнал обратной связи; ExRefC1 - устройство связи с объектом 1; ExRefC2 - устройство связи с объектом 2; CSO - устройство управления

На установках металлургического комбината мощностью 55, 75, 110 и 200кВт в количестве более 30 штук, установленная мощность которых 5639кВт, работа в 2 смены 5600 часов в год, были достигнуты следующие результаты:

1. Экономия по активной мощности составляет в среднем 10%.
2. Экономия по реактивной мощности - в среднем 30%.
3. Плавный пуск со снижением пускового тока в 2-3 раза.
4. Снижение потребляемой мощности электродвигателя за счет плавного пуска в 3-4 раза.
5. Снижение динамических ударов в 2-3 раза.
6. Повышение эксплуатационной надежности в 1,5-2 раза.



Рис.4. Общий вид энергосберегающего устройства для асинхронного электропривода мощностью 75кВт



Рис.5. Расположение элементов энергосберегающего устройства

Большинство технологических машин и промышленных установок на объектах предприятий, расположены в регионах РУз, где температура окружающей среды колеблется в летнее время $+40 \div +50^{\circ}\text{C}$, что существенным образом отрицательно влияет на работоспособность установок: снижается перегрузочная способность установки, меняются параметры, увеличиваются рабочие токи и в силу сильного перегрева элементов установка отключается или выходит из строя. Существующее решение содержать шкафы управления, рассчитанные на температуру окружающей среды до 40°C в специальных кондиционируемых помещениях экономически не оправданно, так как круглосуточно для охлаждения спецпомещений тратится колоссальное количество электрической энергии. Для решения этой проблемы предлагается энергосберегающее устройство для управления электроприводами промышленных установок, работающих при высокой температуре окружающей среды ($+40 \div +50^{\circ}\text{C}$). Для улучшения системы охлаждения и турбулентности воздуха внутри шкафа сконструирован закрытый канал, в котором расположены таблеточные тиристоры с

охлаждающими радиаторами. Всасывание воздуха обеспечивается вентилятором, установленным в верхней части шкафа. Благодаря герметичности канала, воздух, всасываясь из нижней части шкафа, проходит обдувая силовые элементы и затем нагретый воздух сбрасывается наружу, тем самым обеспечивается нормальная работа установки.

Исходя из этого были выбраны размеры охлаждающих радиаторов: длина – 7500 мм, ширина – 120 мм, высота – 160 мм, со значительной площадью охлаждения за счет ребристости охлаждаемой поверхности.

На рис. 6 приведена схема работы охлаждения тиристорных радиаторов модернизированной энергосберегающей установки. Шкаф, установленный над кабельным каналом, всасывает поток холодного воздуха. Воздух направляется снизу в вверх (рис. 6 – пунктирные линии) охлаждая по пути радиаторы, силовые тиристоры, датчики, соединительные провода и др., тем самым стремясь наверх по закрытому каналу и нагреваясь, выходит по бокам всасывающего вентилятора, имеющего цилиндрическую форму. Включение и отключение двигателя вентилятора происходит автоматически в зависимости от температуры окружающей среды. Номинальная синхронная скорость вентилятора составляет 3000об/мин, мощность двигателя небольшая всего лишь 200Вт.

Работа вентилятора контролируется автоматикой в зависимости от температуры (информационный сигнал снимается с датчиков температуры, установленных на радиаторах). Вентилятор способен работать в трех режимах:

- 1 – без вентилятора, естественное охлаждение;
- 2 – с вентилятором, принудительное охлаждение;
- 3 – с вентилятором при критической температуре.

В случае перегрева при критической температуре загорается сигнальная лампа, подтверждающая значение критической температуры и установка отключается автоматически.

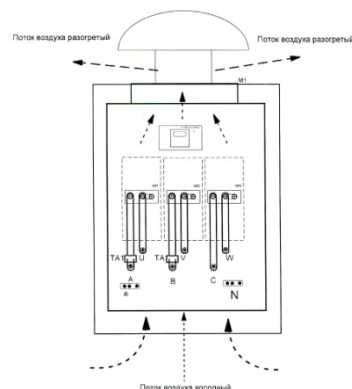


Рис. 6. Схема работы охлаждения тиристорных радиаторов

7. Энергосберегающие технологии с использованием электроприводов переменного тока

На энергосберегающих установках с модернизированной системой охлаждения мощностью 55, 75 и 315кВт достигнуты следующие результаты:

1. Экономия по активной мощности составляет в среднем 7%.
2. Экономия по реактивной мощности – в среднем 10%.
3. Плавный пуск со снижением пускового тока в 1,5-3,5 раза.
4. Снижение потребляемой мощности электродвигателя за счет плавного пуска в 2-3 раза.
5. Повышение эксплуатационной надежности в 1,5-2 раза.



Рис. 7. Общий вид энергосберегающего устройства с модернизированной системой охлаждения, мощностью 315кВт



Рис. 8. Силовая часть энергосберегающего устройства с усиленным охлаждающим радиатором

Библиографический список

1. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. «Энергосберегающий асинхронный электропривод» Т.: Fan va texnologiya, 2011, 133 с.
2. Патент РУз IAP035214 от 23.10.2007 «Асинхронный электропривод» (патентообладатель Хашимов А.А.)